

纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材

染整概论

RANZHENG GAILUN

宋慧君 刘宏喜 主编
俞显芳 张 伟 参编

东华大学出版社

纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材

染整概论

RANZHENG GAILUN

宋慧君 刘宏喜 主编

俞显芳 张 伟 参编

东华大学出版社

内容提要

本书概要地介绍了纺织纤维的基本结构与主要化学性能,纱线与织物的基本知识,各类纤维纺织物的染整加工工艺、加工原理和常用机械设备,以及染整清洁生产基本知识与管理措施,注重理论与生产实践的结合;同时,还介绍了一些新型纺织纤维的结构与性能,以及染整加工的新工艺。

本书是职业教育教材,可作为高等纺织院校、高等职业技术学院、中等职业学校的染整技术专业“染整概论”课程的教学用书,以及纺织工程专业“染整工艺学”课程的教学用书,也可供印染企业、纺织企业的工程技术人员和管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

染整概论/宋慧君,刘宏喜主编.—上海:东华大学出版社,

2014.1

ISBN 978-7-5669-0419-5

I. ①染… II. ①宋…②刘… III. ①染整—概论 IV. ①TS19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 292979 号

责任编辑:张 静

封面设计:李 博

出 版:东华大学出版社(上海市延安西路 1882 号,200051)

本 社 网 址: <http://www.dhupress.net>

天猫旗舰店: <http://dhdx.tmall.com>

营 销 中 心: 021-62193056 62373056 62379558

印 刷:上海市崇明县裕安印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张 12.75

字 数: 319 千字

版 次: 2014 年 1 月第 1 版

印 次: 2014 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5669-0419-5/TS·462

定 价: 32.00 元

前 言

纺织工业是国民经济的支柱产业,丰富了市场,美化了人民生活,并在出口创汇中占有重要地位。纺织品染整加工是纺织工业中的一个重要组成部分,其目的是改善纺织品的外观和服用性能,提高纺织品的使用价值,或者赋予纺织品特殊功能,提高纺织品的附加价值,满足人民生活的衣着和装饰需要,满足工业、农业和国防建设的需要,还可以为国家创收外汇。

染整加工主要是通过化学或物理化学方法,利用各种机械设备,对纺织品进行处理的过程,其内容包括前处理、染色、印花和整理。随着染整技术的迅速发展,纺织品的加工工艺发生了根本性的变化。冷轧堆、短流程等节能加工技术,以及电脑测配色、电脑分色制版等计算机技术,已大量应用于染整加工,喷墨印花技术也迅速发展,对减轻印染加工的劳动强度、提高生产效率和产品质量发挥了重要作用。

本教材由河南工程学院宋慧君任第一主编,由广东职业技术学院刘宏喜任第二主编。全书共分七个模块,模块一、六由河南工程学院俞显芳编写,模块二、五由河南工程学院宋慧君编写,模块三由盐城工业职业技术学院张伟编写,模块四、七由广东职业技术学院刘宏喜编写。

本书在编写过程中参考了许多教材和专业期刊杂志,尤其是印染界前辈和同行发表的相关著作和论文,在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者原谅并批评指正。

编 者

2013年10月

目 录

模块一 纺织纤维的结构和主要化学性能 / 001

任务一 | 概述 / 001

任务二 | 纤维素纤维的结构和主要化学性能 / 002

任务三 | 蛋白质纤维的结构和主要化学性能 / 007

任务四 | 合成纤维的结构和主要化学性能 / 010

思考题 | / 013

模块二 纱线与织物的基本知识 / 014

任务一 | 纱线 / 014

任务二 | 织物 / 015

思考题 | / 020

模块三 前处理 / 021

任务一 | 染整用水和表面活性剂 / 021

任务二 | 棉织物前处理 / 027

任务三 | 苧麻纤维脱胶和苧麻织物的练漂 / 048

任务四 | 羊毛前处理 / 051

任务五 | 丝织物前处理 / 054

任务六 | 化学纤维织物前处理 / 058



任务七 | **混纺和交织织物的前处理** / 063

思考题 | / 064

模块四 染色 / 066

任务一 | **染色基本知识** / 066

任务二 | **直接染料染色** / 076

任务三 | **活性染料染色** / 079

任务四 | **还原染料染色** / 083

任务五 | **可溶性还原染料染色** / 086

任务六 | **硫化染料染色** / 087

任务七 | **不溶性偶氮染料染色** / 089

任务八 | **酸性类染料染色** / 092

任务九 | **分散染料染色** / 095

任务十 | **阳离子染料染色** / 098

任务十一 | **涂料染色** / 102

任务十二 | **染色新技术** / 104

思考题 | / 107

模块五 印花 / 109

任务一 | **概述** / 109

任务二 | **涂料直接印花** / 121

任务三 | **活性染料直接印花** / 123

任务四 | **其他染料直接印花** / 126

- 任务五 | **综合直接印花** / 132
- 任务六 | **防染和拔染印花** / 134
- 任务七 | **特种印花** / 138
- 任务八 | **喷墨印花** / 141
- 思考题 | / 143

模块六 整理 / 144

- 任务一 | **概述** / 144
- 任务二 | **棉型织物整理** / 145
- 任务三 | **毛织物整理** / 153
- 任务四 | **丝织物整理** / 161
- 任务五 | **合成纤维织物的热定形** / 163
- 任务六 | **功能整理** / 166
- 思考题 | / 174

模块七 染整清洁生产 / 175

- 任务一 | **清洁生产基本知识** / 175
- 任务二 | **采用印染清洁生产原材料** / 182
- 任务三 | **采用节能节水、降耗减排的染整设备和设施** / 187
- 任务四 | **采用节能节水、降耗减排的染整新技术和新工艺** / 189
- 思考题 | / 191

参考文献 / 192

纺织纤维的结构和主要化学性能

【知识点】

1. 天然纤维素纤维的结构和主要化学性能；
2. 再生纤维素纤维的结构和主要化学性能；
3. 蛋白质纤维的结构和主要化学性能；
4. 合成纤维的结构和主要化学性能。

【项目目标】

1. 会根据纤维的结构,推断纤维主要物理和化学性能；
2. 会根据纤维的结构特点,利用新手段来改善纤维性能上的缺陷。

任务一 概 述

纺织品是人类一生都离不开的物品。它不仅满足人们的日常衣着、修饰和室内外装饰的需要,还可用于工农业生产和国防建设等方面。

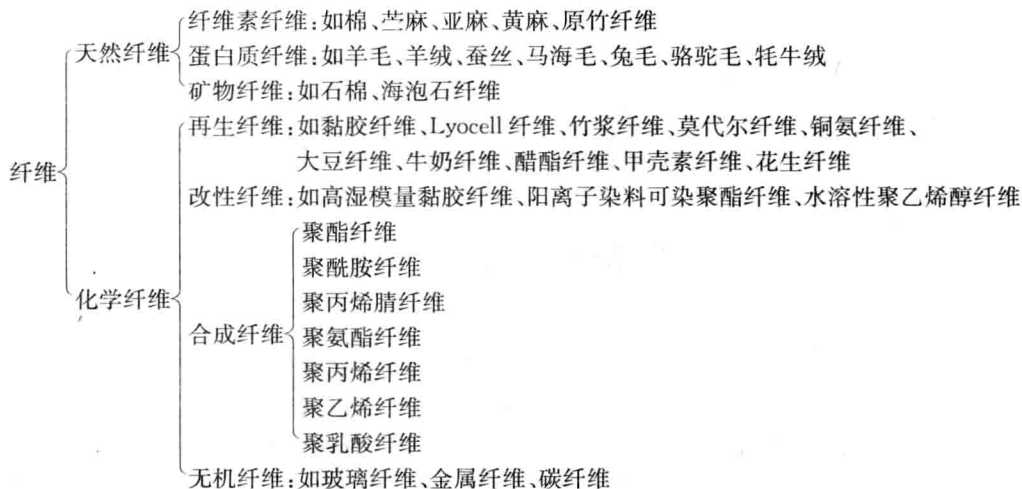
纤维是纺织工业的基础,所有的纺织品都是以纤维为原料,经过纺纱、织造和染整加工而制成的。纤维不仅影响织物的手感、质地、外观,还影响织物的性能,在染整加工过程中往往决定着所需要的配方、生产流程和工艺条件等。作为纺织纤维,必须具有足以纺纱的细度、长度、强度、柔韧性和抱合性,以及符合各种用途要求的光泽性、绝缘性、透气性、吸湿性、回弹性、延伸性、耐水性、耐化学药品性和可染性。

纺织纤维的长度一般用毫米(mm)、厘米(cm)、米(m)度量,而直径常用微米(μm)表示。就外形而言,其长度往往是直径的几千倍。比如棉和羊毛的长径比为 $2\ 000:1\sim 5\ 000:1$ 。这些用于纺织工业的纤维,其长度一般大于 $10\ \text{mm}$ 。

所有的纺织纤维都属于高分子化合物(简称高聚物),其相对分子质量很大,一般在 $10^4\sim 10^7$ 之间。在结构上,它们是由许多基本结构单元通过共价键连接而成的。从形状上讲,都属于线形大分子。

纺织纤维的种类很多,根据纤维的来源把它们分成两类,即天然纤维和化学纤维。天然纤维是指所有在自然界中以纤维形式存在的物质,包括植物纤维、动物纤维和矿物纤维三种类型。植物纤维是从植物的种籽、果实、茎、叶等部位得到的纤维,包括种子纤维、韧皮纤维、叶纤维、果实纤维。植物纤维的主要化学成分是纤维素,故也称纤维素纤维。动物纤维是从动物的毛或昆虫的腺分泌物中得到的纤维,包括毛发纤维和腺体纤维。动物纤维的主要化

学成分是蛋白质,故也称蛋白质纤维。矿物纤维是从纤维状结构的矿物岩石中获得的纤维,主要组成物质为各种氧化物,如二氧化硅、氧化铝、氧化镁等,其主要来源为各类石棉。化学纤维则是在自然界中不以纤维形式存在的物质,需通过物理和化学加工的方法,将其变成一种黏性的液态物质(纺丝液),再从一系列由不同形状的微孔组成的喷丝板中挤压出来,然后使这些从微孔中涌出的丝流硬化(即固化)而形成长丝,最后经洗涤、干燥、上油、卷曲、切割等工序转化成纤维的形式。化学纤维又分为再生纤维、改性纤维、合成纤维和无机纤维四种类型。再生纤维通常由自然界中复杂的高分子物组成,它们本身不能作为纺织纤维使用,但能通过化学和物理的方法转变成适合纺织工业的连续长丝。改性纤维也叫作变性纤维,是以化学或物理方法改进常规化学纤维的某些性能所得到的纤维,包括异形纤维、变形纤维、复合纤维、接枝纤维、共聚纤维等。合成纤维是以简单的有机物为原料,经过有机合成的方法得到高分子物,然后经纺丝加工而成纤维。无机纤维是以天然无机物或含碳高聚物纤维为原料,经人工抽丝或直接炭化而制成。常见纤维的分类如下:



任务二 纤维素纤维的结构和主要化学性能

一、天然纤维素纤维的结构和主要化学性能

天然纤维素纤维是由植物体中自然形成的纤维形式,这类纤维也称为植物纤维,由于其化学组成是纤维素,所以一般称为纤维素纤维。纤维素纤维通常分为四种类型:种子纤维(棉花和木棉)、韧皮纤维(苧麻、亚麻和黄麻)、叶纤维(剑麻和菠萝纤维)和果实纤维(椰壳纤维)。

1. 棉纤维的结构和主要化学性能

棉纤维,是迄今为止最重要和使用最广泛的单一细胞的种子纤维,是从棉籽表皮上细胞突起生长而成的。一个成熟的棉桃内含5~6室,每室有6~8粒种子,每粒种子长10 000~15 000根纤维,每根纤维就是一个细胞,其成熟期约需80天。从棉籽上轧脱下来的棉纤维是一个上端封闭、下端敞开的干瘪的管状细胞,在显微镜下观察,成熟棉纤维纵向呈扁平带

状,并具有天然扭曲;横截面呈腰子形或耳形,是由较薄的管状的初生胞壁、较厚的螺旋状的次生胞壁、较小的瘪缩的中空胞腔所构成,见图 1-1 和图 1-2。

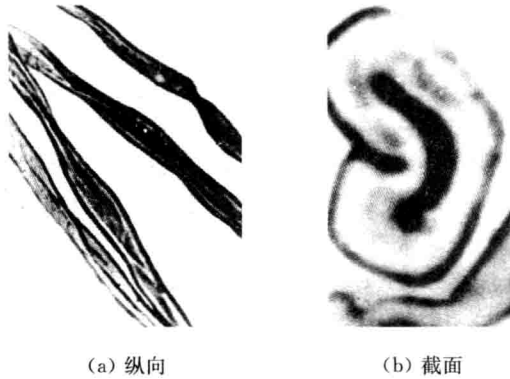


图 1-1 成熟棉纤维在显微镜中的形态

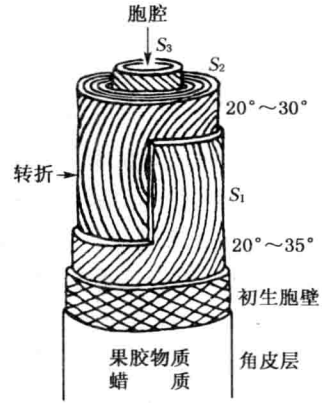


图 1-2 棉纤维形态结构模型示意图

初生胞壁内含有纤维素、蜡状物、果胶质、有机酸、蛋白质(含氮物)、非纤维素多糖物和灰分等;次生胞壁主要含有纤维素;胞腔内主要为蛋白质(含氮物)。未成熟的棉纤维,次生胞壁较薄,胞腔较大,纵向缺少正常的天然扭曲,机械性能和染色性能均比成熟棉纤维差。

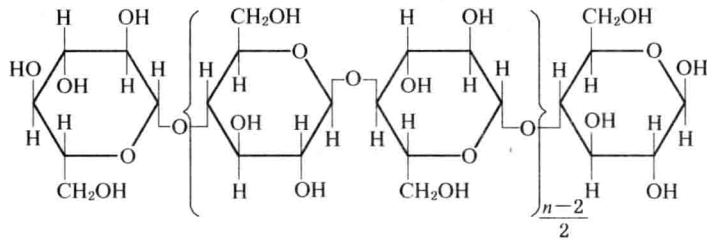
棉纤维的化学组成中,90%左右为纤维素,是棉纤维的主体。此外,还含有一定量的非纤维素物质,称为纤维素共生物或纤维素衍生物。成熟棉纤维的化学组成见表 1-1(以干燥纤维的质量百分比计)。

表 1-1 棉纤维的化学组成

成分	纤维素	蛋白质	蜡状物质	灰分	果胶质	其他
含量(%)	88.0~96.5	1.0~1.9	0.4~1.2	0.7~1.6	0.4~1.2	0.5~0.8

上述除纤维素外的非纤维素物质产生物理性的疏水的阻挡层,能减轻纤维在生长期由于外界环境的影响而受到的损害,并在纺织加工期间起润滑作用,保证纤维具有良好的纺纱性能;但蜡状物质、果胶质对水的润湿性不利,会妨碍随后的水的进一步润湿和化学加工。所以,在染整加工工艺中,第一步总是先对棉织物进行尽可能的、彻底的除杂洁净。

纤维素是一种多糖物质,分子式可写成 $(C_6H_{10}O_5)_n$,由许多 β -d-葡萄糖剩基通过 1,4-甙键连接而成的线形大分子,相邻的葡萄糖剩基相互倒置,剩基中的氢原子和羟基分布在剩基所处的平面的两侧,结构式可表示如下:



从结构式可以看出,每个葡萄糖剩基上,2,3,6位碳原子上各有一个自由羟基,具有一

般羟基的性质;大分子左端的葡萄糖剩基上,2,3,4,6位碳原子上各有一个自由羟基;右端的葡萄糖剩基上,2,3,6位碳原子上各有一个自由羟基,1位碳原子上有一个潜在醛基,具有一定的还原性。棉纤维的聚合度(DP)比较大,大约为10000。

天然棉纤维的长度为22~50 mm,直径为18~25 μm ;结晶度约为70%;干强度为26.46~44.10 $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$,湿强度为29.11~52.92 $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$,弹性回复率(2%伸长)为75%;密度为1.54~1.56 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;回潮率为8.5%~10.3%。由于纤维大分子中含有大量的羟基,所以具有良好的吸湿性,但不溶于水,只在水中溶胀。它不溶于有机溶剂,可溶于铜氨或铜乙二胺溶液。对酸较敏感,在酸的作用下,纤维素中的甬键水解断裂,使纤维的强度大大下降,甚至全部炭化。一般情况下,对碱是稳定的,在碱中只发生膨化,不产生水解,常温下不会对强力造成影响,因此染整加工中常用碱对棉进行练漂加工,如退浆、煮练、丝光、碱缩等。但这种稳定性是有条件的,是相对的。在有空气存在时,碱对纤维素的氧化起催化作用,会加速纤维素纤维降解,所以棉织物的高温煮练常采用隔绝空气或减少碱与棉的作用时间的措施,以减少对纤维的损伤。纤维素一般不受还原剂的影响,而氧化剂能使纤维素变性,尤其在碱存在的条件下。温度过高时,空气中的氧也能使纤维氧化生成氧化纤维素,从而损伤纤维。当然,在适当条件下,用氧化剂处理棉纤维,既能满足加工要求,又能保证纤维不受损伤。

2. 麻纤维的结构和主要化学性能

麻的种类很多,主要有苧麻、亚麻、黄麻、大麻、罗布麻等。作为衣用纺织纤维的主要是苧麻、亚麻和罗布麻。苧麻和亚麻是生长在韧皮植物上的纤维,也称为韧皮纤维,成束地分布在植物的韧皮层中。纤维束是由多根单纤维在纵向彼此穿插,由中间层相互连接起来,因此纤维束连续纵贯全茎,横向又绕全茎相互连接。单根纤维是一个厚壁、两端封闭、内有狭窄胞腔的长细胞,苧麻单纤维两端呈锤头形或分支,亚麻两端稍细、呈纺锤形(图1-3)。

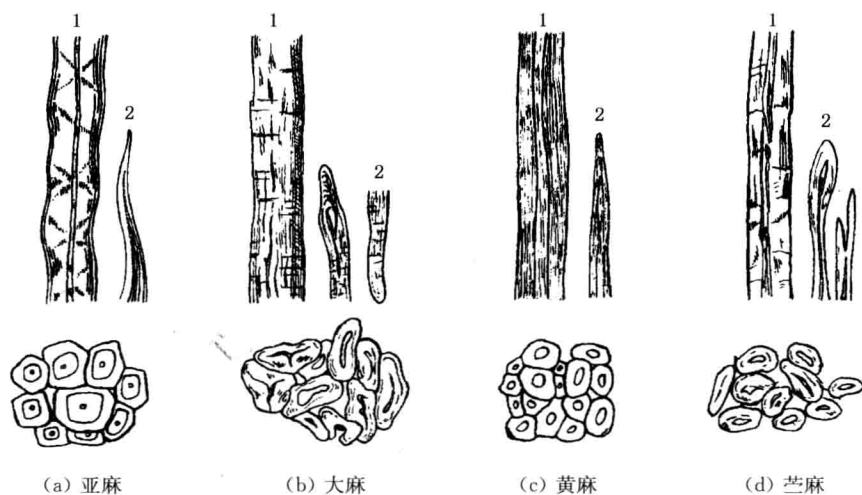


图 1-3 麻纤维的纵切面和横截面

1—中段 2—末段

麻纤维的主要化学成分与棉一样,也是纤维素,但含量较低。此外,还含有一定量的半纤维素、木质素和果胶等物质。苧麻除含有纤维素外,还含有半纤维素、木质素、果胶质、脂

蜡质、水溶物、灰分等共生物,统称原麻胶质。其化学组成见表 1-2(以干燥纤维的质量百分比计)。

表 1-2 苕麻的化学组成

成分	纤维素	半纤维素	木质素	果胶质	水溶物	脂蜡质	灰分
含量(%)	65~75	14~16	0.8~1.5	4~5	4~8	0.5~1.0	2~5

原麻脱胶后,成为洁白、富有光泽的纤维。平均长度为 20~250 mm,细度为 4.44~8.89 dtex(4~8 旦),直径约 40 μm ;纤维结晶度在 90%左右;干强度为 46.75~65.27 $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$,湿强度为 51.16~78.50 $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$;弹性回复率(2%伸长)为 58%;密度为 1.56 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;回潮率为 7.8%。由于苕麻纤维有很高的结晶度、取向度和聚合度,因而断裂强度高,刚性大,断裂伸长小,弹性稍差;对碱、微生物和昆虫有较高的抵抗力,经久耐用;不易被冷酸破坏;吸湿放湿快,舒适凉爽,透气性好;着色能力比棉低;易折皱,耐磨性差;有刺痒感,经变性处理后可改善其性能。

亚麻的主要成分为纤维素,含量为 70%~80%。另外,还含有半纤维素、果胶、木质素、脂蜡质、氮化合物等。其化学组成见表 1-3(以干燥纤维的质量百分比计)。

表 1-3 亚麻的化学组成

成分	纤维素	半纤维素	木质素	果胶质	脂蜡质	灰分	含氮物质
含量(%)	70~80	12~15	2.5~5	1.4~5.7	1.2~1.8	0.8~1.3	0.3~1.6

这些杂质直接影响纤维的润湿性,并使其手感粗糙,色泽发黄,染色后色泽不鲜艳,染色牢度差。经脱胶和练漂处理后,亚麻纤维细而短,手感柔软,近似棉纤维,其凉爽感仅次于苕麻。亚麻的聚合度为 18 000;平均长度为 17~25 mm,直径为 12~17 μm ;干强度为 22.93~67.91 $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$,湿强度为 27.34~81.14 $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$,弹性回复率(2%伸长)为 65%;密度为 1.5 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;回潮率为 12%。纤维的吸湿和散热性均较好,断裂强度高,断裂伸长小,不易吸附灰尘,易洗易烫;耐碱但易被酸损伤;染色性能较差,上染率和固色率较低,色牢度差;可抗菌抑菌,抗紫外线。经接枝改性,可提高织物的弹性、柔韧性、尺寸稳定性;经酶处理,可使织物表面柔软光洁,减少刺痒感。

二、再生纤维素纤维的结构和主要化学性能

再生纤维素纤维通常由作为纺织纤维是无用的物质如木材、棉短绒、籽皮上的无用纤维等为原料,通过化学和物理的方法转变成适合纺织工业的连续长丝。再生纤维素纤维包括黏胶纤维、铜氨纤维、醋酯纤维和 Lyocell 纤维。

1. 黏胶纤维

黏胶纤维的生产通常由湿纺工艺完成。其经典的生产方法是:将从棉短绒中获得的纯纤维素加工成薄片状,或将从木头中获得的纯纤维素制成木浆,然后将精练和漂白后的薄片或木浆在 17.5%的烧碱溶液中浸渍 1~4 h,使纤维素转换成碱纤维素。将碱纤维素粉碎,放置、“老化”一定时间,使平均相对分子质量适当降低。“老化”后的碱纤维素用二硫化碳处理成纤维素黄酸钠,再将生成物溶解于 4%~6%的烧碱溶液中形成黏胶溶液,保持一定温度,

放置一定时间,使之成熟,然后进行过滤、脱泡,即可纺丝。

纺丝时,将黏胶溶液压入多孔喷丝头,挤出细流,进入含有硫酸、硫酸钠和少量硫酸锌的凝固浴,在凝固浴中凝结成纤维。根据最终用途,可通过改变喷丝头孔径大小和截丝长短,生产出不同直径、不同长度的黏胶纤维。然后,经水洗、脱硫、水洗、漂白、水洗、酸洗、水洗、上油、干燥等后处理,获得具有光泽、手感柔软的细丝。最后,多根细丝合股成纱,制成最终产品。

黏胶纤维的聚合度为 250~400,结晶度为 25%~30%,具有许多与棉相同的化学性能,但比棉更易发生化学反应。它广泛用于棉、羊毛或其他任何人造纺织纤维的混纺。黏胶纤维质地细密柔软,手感光滑,悬垂好,吸湿强,上染率高,透气性好,因此穿着舒适。其最大的缺点是浸湿后强力下降和尺寸稳定性差。对酸、碱、氧化剂都比较敏感,浓碱下发生剧烈膨化甚至溶解,所以印染加工中要尽量避免使用强碱条件。

2. Lyocell 纤维

Lyocell 是将木浆溶解在无毒、无腐蚀性的有机溶剂 NMMO(N-甲基吗啉-N-氧化物,又称为氧化胺)中纺丝得到的再生纤维素纤维的通用名称,国内将其称为“天丝”。Lyocell 纤维的注册商标名称为 Newcell(Akzo Nobel), Tencel(Acordis)和 Lenzing Lyocell(Lenzing)。Newcell 是长丝,而其他两种是短纤维。

Lyocel 具有丝一样的光泽,独特的柔软光滑手感,极佳的机械性能,较高的干强度和湿强度,比棉稍大的延伸性;良好的吸湿性、悬垂性,穿着舒适性;高的尺寸稳定性和低的洗涤收缩性;染色性好,上染率高,透染性好;耐碱性好,室温下对酸较稳定;可与棉、羊毛、蚕丝和其他纤维混纺;具有原纤化的趋向,因而可给予织物一个白色、霜样或起绒的外观,或特殊表面效果,诸如桃皮织物的柔软手感或陈旧外观。

3. 醋酯纤维

醋酯纤维属于再生纤维素纤维,可用棉短绒或纯化的木浆生产。具有疏水性和热塑性,其悬垂性良好,易洗涤;具有柔软的手感,一定的回复性;耐稀酸溶液,对碱溶液敏感,能用分散染料染色。醋酯纤维有两种:二醋酯和三醋酯纤维。二醋酯纤维和三醋酯纤维的制造原料一样,但二醋酯纤维比三醋酯纤维亲水、柔软,强力比黏胶纤维低,湿强力更低,延伸度较高。它主要用于生产装饰织物、经缎和塔夫绸等服装面料;大部分香烟的过滤嘴由纤维素二醋酯纤维制成。三醋酯纤维比二醋酯纤维疏水,耐化学药品性能较好,对热水和稀碱较稳定,染色温度接近沸点,可干热定形和湿热定形,机械性能与二醋酯纤维相似,但湿强力下降少;具有挺爽厚实的手感,定形性好;作为纺织品的应用更具多样性,如内衣、裙子、宽松裤、布料、桌布和装饰织物等。

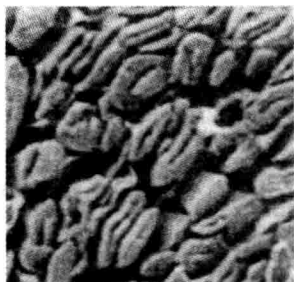
4. 竹浆纤维

目前生产的竹纤维有两种:一种为天然竹纤维(也称原竹纤维);另一种为竹浆纤维(属再生纤维素纤维)。天然竹纤维大多以纤维束存在,在物理-机械和化学加工过程中不破坏竹材的纤维素结构,只去除纤维素束内外的杂质(木质素、多戊糖、竹粉和果胶等),保留天然竹纤维素的形态、分子结构和聚集态结构。原竹纤维有较高的强度,吸湿排汗性好,具有很好的抗菌性能和抗紫外线功能,制成服装具有凉爽舒适性。但原竹纤维在纤维提取过程中保留纤维束状态,长度差异大,短者约 2 cm,最长的与竹节相近(约 30 cm),纤维较粗,离散度大,手感稍有粗硬感。

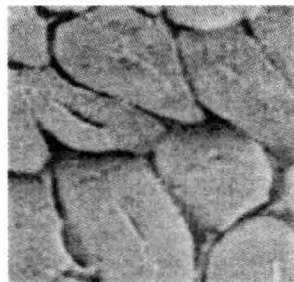


竹浆纤维的纺丝工艺与黏胶纤维的纺丝工艺相似,主要包括:竹浆粕→粉碎→浸渍→碱化→黄化→初溶解→溶解→头道过滤→二道过滤→熟成→纺前过滤→纺丝→塑化→水洗→切断→精练→烘干→打包。

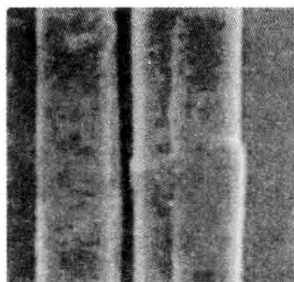
竹浆纤维的横向和纵向形态如图 1-4 所示。



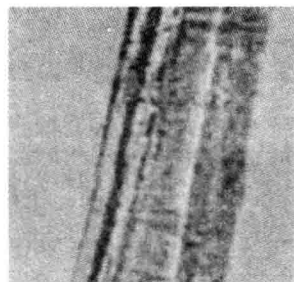
(a) 截面 SEM 图(500 倍)



(b) 等离子刻蚀后截面 SEM 图(1 500 倍)



(c) 纵向 SEM 图(1 000 倍)



(d) 纵向光学显微镜图片(400 倍)

图 1-4 竹浆纤维的横向和纵向形态

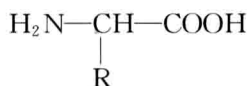
竹浆纤维主要由纤维素、木质素、聚戊糖、果胶质、灰分组成,其中纤维素含量约 50%。纤维初始模量大,尺寸稳定性好,抗皱性强;具有较高的吸湿性、渗透性、放湿性和透气性;手感柔软,悬垂性好,穿着舒适凉爽;染色均匀,透染性好,色牢度高;具有抗菌防臭的功能;可与其他纤维混纺或交织,加工高档且有特殊功能的纺织面料。

任务三 蛋白质纤维的结构和主要化学性能

所谓蛋白质纤维是指其基本组成物质为蛋白质的一类纤维。天然蛋白质纤维有动物毛发和蚕丝等,如羊毛、驼毛、牛毛、马毛、桑蚕丝、柞蚕丝等,其中以羊毛和桑蚕丝的地位最为重要。

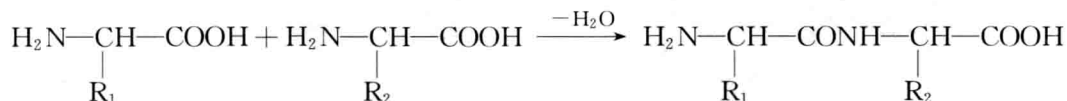
蛋白质是相对分子质量很高的有机含氮高分子物,结构较复杂,但组成元素并不很多,主要有碳、氢、氧、氮等。大多数蛋白质还含有少量的硫,少数蛋白质尚含有磷、铁、铜、锌、碘等。蛋白质完全水解后的最终产物是氨基酸,而且在水解过程中羧基、氨基是等摩尔增加的,所以蛋白质的基本组成单位是氨基酸。天然蛋白质中的氨基酸主要有 20 种左右。它们

的共同特点都是 α -氨基酸。可用下列通式表示：



存在于羊毛、蚕丝蛋白质中的各种 α -氨基酸结构的区别在于侧基 R，蛋白质的许多性质与侧基 R 密切相关。蛋白质可视作是由氨基酸彼此通过氨基与羧基脱水缩合并以酰胺键（肽键）连接起来的大分子。

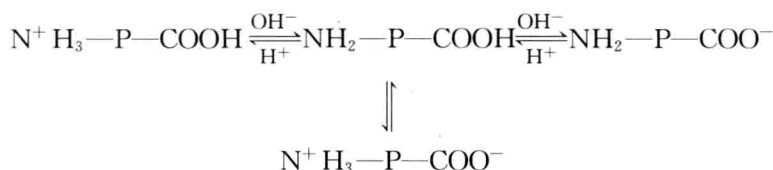
例：



蛋白质结构中的酰胺键称为肽键，由肽键相连接的缩氨酸叫做肽。两个氨基酸脱去一个分子的水称为二肽，二肽继续与一个氨基酸缩合则成三肽，以此类推可获得多肽。因而，可将蛋白质分子看作是由大量氨基酸以一定顺序首尾连接所形成的多肽。多肽的长链为蛋白质的骨架，也称为主链，又称多缩氨酸链，是由 $-\text{NH}-\underset{\text{R}}{\text{C}}-\text{CO}-$ 连接而成的。这样，在

蛋白质分子的主链上就含有大量的支链 R。

不同的蛋白质，其支链 R 不同。主链及支链上各种基团间的相互作用，形成氢键、盐式键、二硫键、疏水键等，使蛋白质的多肽链在空间按一定几何形状折叠卷曲或扩张伸展。蛋白质分子中除末端的氨基和羧基外，支链上还含有大量的酸性和碱性基团，因而蛋白质具有酸、碱两性性质，可进行下列反应：



式中：“P”为多缩氨酸链。

由于蛋白质分子中的氨基和羧基的数量不同，电离度不同，因此其酸、碱性不相等。调整溶液的 pH 值，使蛋白质分子上的正、负电荷相等，此时的 pH 值为该蛋白质的等电点。

一、羊毛的结构和主要化学性能

羊毛是天然蛋白质纤维，是世界上动物性纤维中产量最高的，具有突出重要的地位。一根完整的羊毛，包括毛干、毛根和毛尖三部分。它一般呈现为由根部至尖部逐渐变细、具有螺旋卷曲的形状。在显微镜下可看出，羊毛的形态结构可分为三层（图 1-5）：

(1) 鳞片覆盖层。由透明的扁平鳞片细胞组成角质外层，包覆在毛干的外部，是羊毛纤维的外壳。根部连接毛干，梢端向外展开，并指向毛尖。有保护毛干的作用，但在水中揉搓时会产生较大的毡缩。

(2) 皮质层。由纺锤形细胞组成，形成纤维柔软而可塑的主体，决定着羊毛的物理、机

械和化学性能,并对某些染料有较好的接受能力。

(3) 髓质层。是由内部充满空气、结构疏松的薄膜细胞所组成的中心腔道。

羊毛纤维一般不溶于水,但在水中有较强的吸湿性能,并在吸湿的同时发生各向异性溶胀,直径增加 18%,长度增加 1%~2%。在沸水或蒸汽中发生剧烈膨化,肽键和支链交键发生水解,导致机械性能发生变化;当温度达到 200℃时,纤维会完全水解;同一温度条件下,水的作用大于蒸汽的作用。羊毛能抗弱酸,在低温、稀酸特别是弱酸条件下,羊毛纤维仅发生膨化,鳞片增厚,强度增加;但随着酸的浓度的增加、作用温度的提高以及作用时间的延长,羊毛受损伤程度增加;酸浓一定时,加入中性无机盐会加剧羊毛的损伤。羊毛对碱性物质极为敏感,在一定的条件下,碱对主链肽键的水解起催化作用,并能使盐式键、二硫键等交键断裂,纤维强度下降。还原剂主要破坏羊毛中的二硫键,还能破坏盐式键,使纤维强度下降,并产生过缩现象;在碱性溶液中,损伤更严重。羊毛对氧化剂较敏感,特别是含氯氧化剂,高温下作用更剧烈,破坏作用较大,不宜于漂白;双氧水对羊毛作用较缓和,常用于漂白,但要控制条件;用含卤素的氧化剂破坏羊毛的部分鳞片层,可降低缩绒性能,获得防毡缩的效果。

羊毛比棉略轻,具有良好的折皱回复能力和高的回弹性。羊毛的高回弹性和螺旋卷曲的形状,导致毛纱蓬松,从而在纤维缝隙之间吸附空气,有助于形成一个绝缘层,因而具有保暖性。

将受到张力的羊毛在常温湿气或冷水中处理,纤维形变可完全回复;若将受到张力的羊毛在热水或蒸汽中处理很短时间,然后去除负荷,并放在蒸汽中任其收缩,则纤维可收缩到比原来长度还短,甚至只有原长的 1/3,这种现象称为“过缩”;若将受到张力的羊毛在热水或蒸汽中处理一定时间,然后去除负荷,则纤维不能恢复到原来的长度,但在更高温度条件下再处理,纤维仍可重新收缩,此现象称为“暂定”;如果受到张力的羊毛在热水或蒸汽中处理更长时间(1~2 h),然后去除负荷,即使再经蒸汽处理,也仅能使纤维稍微收缩,其长度仍可超过原长的 30%,这种现象称为“永定”。

羊毛纤维的过缩和定形,是由于在外力、湿、热的作用下,使大分子肽链的构象发生了变化,原来的肽链间的交键被拆散,由于处理时间不同,在新的位置上重新建立起新的交键的数量、稳定程度不同,因而产生不同的后果。

羊毛属于蛋白质纤维,不经防蛀处理易受蛀虫和地毯甲虫侵蚀,但能抗霉变和细菌。

二、蚕丝的结构和性能

蚕丝具有明亮的光泽、平滑和柔软的手感、较好的吸湿性能以及轻盈的外观等,是一种高档纺织原料,其织物可轻薄如纱或厚实丰满,除用于穿着外,还可用于装饰等。

蚕丝有桑蚕丝和柞蚕丝两类。各种蚕丝中,桑蚕丝的产量最高,应用最广泛,其次是柞蚕丝。蚕丝是由蚕腹部丝腺体合成的液体,经吐丝口分泌出两股单丝,经丝胶黏在一起,组

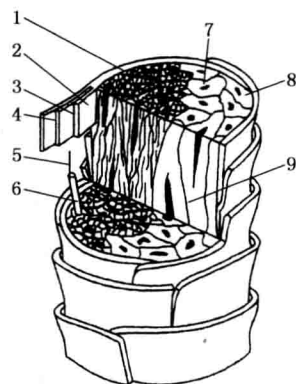


图 1-5 羊毛的形态结构模型

- 1—正皮质 2—内表皮层
- 3—次外表皮层
- 4—鳞片外表皮层
- 5—微原纤 6—原纤
- 7—细胞核残余 8—偏皮质
- 9—细胞膜和胞间物质

成一根茧丝。桑蚕丝的茧丝横截面如图 1-6 所示,柞蚕丝的茧丝横截面如图 1-7 所示。生丝的组成见表 1-4(以干燥纤维的质量百分比计)。

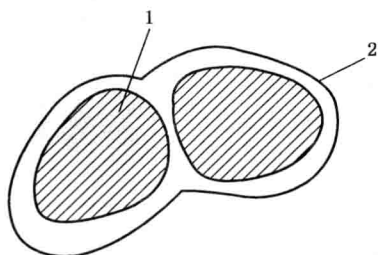


图 1-6 桑蚕丝的茧丝横截面

1—丝素 2—丝胶

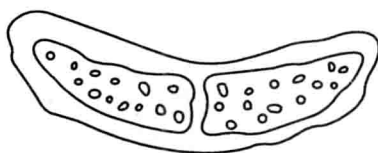


图 1-7 柞蚕丝的茧丝横截面

表 1-4 生丝的化学组成

含量(%)	丝素	丝胶	无机物	蜡质物	碳水化合物	色素
桑蚕丝	70~80	20~30	0.7~1.7	0.4~0.8	1.2~1.6	0.2
柞蚕丝	79.6~81.3	11.9~12.6	1.5~2.3	0.9~1.4	1.35	

丝胶和丝素所含的主要氨基酸的种类相似,但含量不同。丝胶的分子链排列较疏松,分子间作用力小,吸湿性比丝素高。低于 60℃,丝胶发生有限溶胀;高于 60℃,丝胶溶解度迅速增加,部分溶解;100℃沸煮一定时间,可完全脱胶。柞蚕丝的丝胶含量比桑蚕丝低,它在水、酸、碱溶液中的溶解度也低。为了获得柔软的手感和良好的光泽,需要去除生丝中的丝胶即脱胶。脱胶后的生丝其主要成分是丝素。

在纺织纤维中,丝素的耐光性最差,耐热性较高,弹性较低。耐碱性很差,经碱处理,纤维强度显著下降。耐酸性较好,用浓硫酸经室温短时间处理后马上水洗,会产生显著收缩,利用此性质可生产双绉织物;有机酸在常温下不损伤纤维,但能增加丝重,提高丝的光泽,改善手感,同时赋予织物丝鸣的特殊效果。

四、大豆蛋白纤维

大豆蛋白纤维是再生的植物蛋白纤维,是以大豆浆粕为原料并经湿法纺丝而成。纤维具有良好的吸湿性、导湿性、透气性;手感柔软、滑爽,光泽柔和,悬垂性好;干、湿强度高,尺寸稳定性好,抗皱性好;对酸稳定,染色性能好,色牢度高,具有较强的抗菌抑菌性和抗紫外线性能。可与其他纤维进行混纺、交织,制作高档的服装面料和家纺面料。

任务四 合成纤维的结构和主要化学性能

合成纤维是由结构简单、主要从石油中提取的有机化合物通过聚合反应得到的。它们与天然纤维不同,尤其是染色性能差异很大,每一种合成纤维都需要相应的染色技术。最早